

P24607.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Rogerio Jun MIZUNO

Serial No. Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : CONFOCAL PROBE

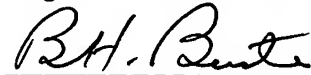
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-046628, filed February 24, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, certified copies of the Japanese applications are being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Rogerio Jun MIZUNO



Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

February 23, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 4 日
Date of Application:

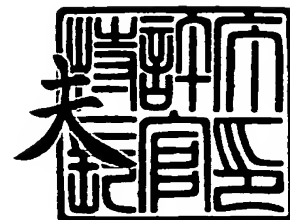
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 6 6 2 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 6 6 2 8]

出 願 人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P116

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 1/04
G02B 26/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 水野 純 ホジェリオ

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【電話番号】 042-372-7761

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 共焦点プローブおよび共焦点顕微鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源部から照射された所定幅の波長を有する光束を共焦点プローブ内に導光する光ファイバと、

前記光ファイバの端面から射出される光束を平行光束に変換するコリメートレンズと、

前記コリメートレンズを介して入射する平行光束を波長に応じて複数の分散光に分散させる分散プリズムと、

被観察部位上に形成される前記分散光の各点像が第一の方向に並ぶように複数の前記分散光を集光させる集光手段と、を有することを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の共焦点プローブにおいて、

前記コリメートレンズの光軸、前記集光手段の光軸、および前記光ファイバから射出される光束の主光線の光路が略平行な関係にあり、かつ該光路は前記コリメートレンズの光軸に対して所定量ずれた位置にあることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の共焦点プローブにおいて、

前記コリメートレンズは、該コリメートレンズから前記光ファイバの端面までの距離、および該コリメートレンズから前記分散プリズムにおける前記光束の入射位置までの距離が、該コリメートレンズの焦点距離と略等しくなる位置に配設されることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の共焦点プローブにおいて、

前記コリメートレンズの光軸と、前記光ファイバから射出される光束の主光線の光路とのずれ量を Δg とすると、該ずれ量 Δg は、以下の式 (7)、

【数 1】

$$\Delta g = f_{CL} \cdot \tan[\theta_{in} + \theta_{out}(\lambda_0) - \theta_\alpha] \cdot \cdot \cdot \quad (7)$$

但し、 f_{CL} は、前記コリメートレンズの焦点距離を、

θ_{in} は、前記コリメートレンズ射出後の光束が前記三角プリズムに入射するときの入射角を、

λ_0 は、前記集光手段の光軸上を通る基準分散光の波長を、

$\theta_{out}(\lambda_0)$ は、該基準分散光の前記三角プリズムからの射出角を、

θ_α は、前記三角プリズムのプリズム角を、それぞれ表す。

によって表されることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の共焦点プローブにおいて、

前記集光手段は、該集光手段から前記分散プリズムにおける各分散光の射出位置までの距離が、該集光手段の焦点距離と略等しくなる位置に配設されることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 6】 請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の共焦点プローブにおいて、

前記分散プリズムは、三角プリズムであることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 7】 請求項 2 から請求項 5 のいずれかに記載の共焦点プローブにおいて、

前記分散プリズムは、ウェッジプリズムであることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 8】 光源部から照射された所定幅の波長を有する光束を共焦点プローブ内に導光する光ファイバと、

前記光ファイバの端面から射出される光束を平行光束に変換するコリメートレンズと、

前記平行光束を波長に応じて複数の分散光に分散させる回折格子と、

被観察部位上に形成される前記分散光の各点像が第一の方向に並ぶように複数の前記分散光を集光させる集光手段と、を有し、

前記コリメートレンズの光軸、前記集光手段の光軸、および前記光ファイバから射出される光束の主光線の光路が略平行な関係にあり、かつ該光路は前記コリメートレンズの光軸に対して所定量ずれた位置にあることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の共焦点プローブにおいて、

前記集光手段を、前記第一の方向と前記集光手段の光軸方向との双方に直交する第二の方向に駆動する駆動手段をさらに有することを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の共焦点プローブにおいて、

前記被観察部位で反射した反射光のうち、前記集光手段の物体側焦点面からの反射光以外の反射光を除去するよう配設されたピンホールを有し、

前記ピンホールは、前記集光手段の物体側焦点面からの光束が入射する光ファイバの端面であることを特徴とする共焦点プローブ。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の共焦点プローブと、

所定幅の波長を有する光束を照射するマルチスペクトル光源と、

被観察部位で反射した複数の反射光の波長を測定する測定装置と、

前記測定装置の測定結果に基づいて前記被観察部位の画像を生成する画像生成手段と、を有することを特徴とする共焦点顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、体腔内の生体組織の断層像を高倍率で観察することができる共焦点顕微鏡の先端部に設けられる共焦点プローブに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、精密診断検査で生体組織の検査を行う際には、切断用の鉗子などの処置

具を用いて検査対象となる生体組織の一部を採取した後、体外において検査を行っていた。そのため、診断時間が長くなり、被検者に対して迅速に治療を行うことができなかった。

【0003】

近年、生体組織の断層像を観察することができる共焦点顕微鏡が広く普及している。共焦点顕微鏡は、マイクロ機械加工された小型の共焦点用の共焦点プローブを先端に備える。該共焦点プローブを被検者の体内に挿入することにより、被観察部位を直接観察する。従来の共焦点顕微鏡としては、例えば、下記の特許文献1に開示される。

【0004】

【特許文献1】

特表 2002-505434 号公報

【0005】

特許文献1に開示される該共焦点顕微鏡は、マルチスペクトル光源から照射された所定幅の波長を有する光を、共焦点プローブ内部に設けられた回折格子によって回折角の異なる複数の回折光に分離する。そして、各回折光を被観察部位の複数の位置を照射することにより、観察画像を得る。

【0006】

上記特許文献1は、回折格子を使用するため、回折時に光量の損失が多く、また分離された複数の回折光のパワーが一樣ではない。従って、場所によって明るさが異なり高精細な画像を観察することができないおそれがある。また、共焦点顕微鏡では、被観察部位を照明した光を照明時と同一の経路を通過してプロセッサに戻す必要がある。つまり、被観察部位に入射する光は、該被観察部位に対して直角に入射（入射角 0° ）する必要がある。従って、従来の顕微鏡では、特許文献1の図1に例示されるように、対物レンズ射出後の各回折光の光路と回折格子入射前の光の光路とを平行に配設することができない。そのため、共焦点プローブ全体が大型化したり、径が太くなったりして装置本体への実装が困難になるという欠点も有している。さらに共焦点プローブの大型化や太径化は、術者の円滑かつ迅速な被検者に無用の苦痛を与えかねない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は上記の事情に鑑み、光量の損失を抑えて、被観察部位に入射する光がどれも略均一なパワーを有するようにするとともに、さらには小型化、細径化された共焦点プローブを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明に係る共焦点プローブは、光源部から照射された所定幅の波長を有する光束を共焦点プローブ内に導光する光ファイバと、光ファイバの端面から射出される光束を平行光束に変換するコリメートレンズと、該コリメートレンズを介して入射する平行光束を波長に応じて複数の分散光に分散させる分散プリズムと、被観察部位上に形成される分散光の各点像が第一の方向に並ぶように複数の分散光を集光させる集光手段と、を有することを特徴とする。

【0009】

光源からの光束の光路中に分散プリズムを配設することにより、光量の損失や各分散光の光量の不均一を防ぎ、明るく高精細な画像を撮像することができる。

【0010】

なお、共焦点プローブを構成する各光学部材は、同一の材料から構成されることが望ましい。これにより、共焦点プローブ内に配設された各光学素子の膨張率の差が減少する。その結果、共焦点プローブが受ける温度変化が大きい場合でも、膨張率の差による各光学素子間の位置関係のズレ量を抑えることが可能となり、温度特性が向上する。

【0011】

請求項2に記載の発明は、コリメートレンズの光軸、対物レンズの光軸、および光ファイバから射出される光束の光路が略平行な関係にあり、かつ該光路はコリメートレンズの光軸に対して所定量ずれた位置にあることを特徴とする。このよう各光学部材を配設することにより、共焦点プローブは細径化や小型化され、術中における被検者の負担を軽減することができる。

【0012】

請求項3に記載の共焦点プローブによれば、コリメートレンズは、該コリメートレンズから前記光ファイバの端面までの距離、および該コリメートレンズから分散プリズムにおける光束の入射位置までの距離が、該コリメートレンズの焦点距離と略等しくなる位置に配設される。

【0013】

ここで、コリメートレンズの焦点距離を f_{CL} 、コリメートレンズ射出後の光束が三角プリズムに入射するときの入射角を θ_{in} 、集光手段の光軸上を通る基準分散光の波長を λ_0 、該基準分散光の三角プリズムからの射出角を $\theta_{out}(\lambda_0)$ 、三角プリズムのプリズム角を θ_α 、とすると、上記コリメートレンズの光軸と、光ファイバから射出される光束の主光線の光路とのずれ量 Δg は、以下の式(7)、

【数2】

$$\Delta g = f_{CL} \cdot \tan[\theta_{in} + \theta_{out}(\lambda_0) - \theta_\alpha] \cdot \dots \quad (7)$$

によって表すことができる。

【0014】

さらに請求項5に記載の共焦点プローブによれば、集光手段は、該集光手段から分散プリズムにおける各分散光の射出位置までの距離が、該集光手段の焦点距離と略等しくなる位置に配設される。このように配設することにより、光量損失を抑えてより明るく精細な画像を観察することができる。なお、上記の分散プリズムとして、三角プリズムやウェッジプリズムを使用することができる。

【0015】

また請求項8に記載の共焦点プローブによれば、分散プリズムにかえて回折格子を使用しても、コリメートレンズの光軸、集光手段の光軸、および光ファイバから射出される光束の主光線の光路が略平行な関係にあり、かつ該光路がコリメートレンズの光軸に対して所定量ずれた位置にあるように構成することができる。すなわち、請求項8に記載の共焦点プローブによれば、該プローブをより細径化したり小型化したりすることができる。

【0016】

なお、請求項 8 に記載の共焦点プローブであっても、コリメートレンズは、該コリメートレンズから光ファイバの端面までの距離、および該コリメートレンズから回折格子における光束の入射位置までの距離が、該コリメートレンズの焦点距離と略等しくなる位置に配設されることが望ましい。また、請求項 8 に記載の共焦点プローブにおける集光手段は、該集光手段から分散プリズムにおける各分散光の射出位置までの距離が、該集光手段の焦点距離と略等しくなる位置に配設されることが望ましい。

【0017】

複数の分散光が第一の方向に集光することによって形成されたスポットを、被観察部位において、第一の方向と集光手段の光軸方向との双方に直交する第二の方向に走査することにより該被観察部位が撮像される。走査手段としては、共焦点プローブ全体を第二の方向にシフトさせることも可能ではあるが、集光手段を第二の方向に移動自在に保持する駆動手段をさらに有することが好ましい（請求項 9）。

【0018】

また、請求項 10 に記載の上記共焦点プローブは、生体組織で反射した反射光のうち、集光手段の物体側焦点面からの反射光以外の反射光を除去するよう配設されたピンホールを有する。そしてこのピンホールは、集光手段の物体側焦点位置からの光束が入射するシングルモード光ファイバの端面であることを特徴とする。すなわち、コア径の小さいシングルモード光ファイバの端面を集光手段の物体側焦点位置と共役の位置に配設することによって、該光ファイバは、共焦点光学系に用いられるピンホールの機能と、共焦点光学系によって得られた観察像をプロセッサなどの外部装置に伝送する機能とを兼ね備えることが可能となる。

【0019】

また、上記いずれかに記載の共焦点プローブを備えた共焦点顕微鏡は、所定幅の波長を有する光束を照射するマルチスペクトル光源と、被観察部位で反射した複数の反射光の波長を測定する測定装置と、測定装置の測定結果に基づいて被観察部位の画像を生成する画像生成手段とから構成することができる（請求項 11

）。

【0020】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態の共焦点顕微鏡500の概略構成を示す図である。共焦点顕微鏡500は、共焦点プローブ100と、プロセッサ300と、モニター400から構成される。共焦点プローブ100は、ケーブルKによってプロセッサ300に電気的かつ光学的に接続される。

【0021】

プロセッサ300は、レーザ光源310と、カップラ320と、受光素子330と、CPU340と、画像処理回路350と、操作パネル360と、スペクトロメータ370と、参照光生成部380と、から構成される。共焦点顕微鏡500を使用した場合、被観察部位は、以下のようにして撮像される。

【0022】

レーザ光源310は、所定幅の波長を有する光束を発振するマルチスペクトル光源である。レーザ光源310より発振した光束は、光分岐器であるカップラ320を介して、共焦点プローブ100および参照光生成部380に導光される。参照光生成部380は、図示しない変調器とミラーを備え、入射する光束を所定の波長の光（参照光）にする。

【0023】

共焦点プローブ100から伝送される被観察部位での反射光、および参照光生成部380で生成された参照光は、受光素子330によって受光される。スペクトロメータ370は、参照光を用いて受光素子が受光する光の波長を測定し、測定結果を画像信号として画像処理回路350に送信する。画像処理回路350は、スペクトロメータ370から送信される画像信号に所定の画像処理を行い、コンポジットビデオ信号、RGB信号、Sビデオ信号など、種々のビデオ信号に変換する。そして、これらのビデオ信号がモニター400に出力されると、モニター400上に、被観察部位10の観察画像が表示される。

【0024】

なお術者は、操作パネル360を操作することにより、画像に関する様々な設

定を行うことができる。術者によって操作パネル360に入力された情報は、CPU340に送信される。CPU340は、操作パネル360から送信された情報に対応して、共焦点プローブ100やプロセッサ300を駆動制御する。これにより、術者は、共焦点プローブ100によって得られる画像を選択的に観察することができる。

【0025】

以下、本発明の主たる特徴である共焦点プローブ100について詳説する。図2は、共焦点プローブ100の拡大図である。図2に示すように、共焦点プローブ100は、光源310からの光束が入射する順に、光ファイバ110と、コリメートレンズ120と、分散プリズムとしての三角プリズム130と、対物レンズ140と、ウインドウ150と、を備える。対物レンズ140は、レンズシフト機構160によって所定方向に移動自在に保持されている。

【0026】

図3は、図2に示す共焦点プローブ100を構成する光学部材のみを抽出して示す図である。また図4は、三角プリズム130と対物レンズ140を通過する光束を説明するための説明図である。なお、図4については、説明の便宜上、共焦点プローブ100に導光される光束の主光線の軌跡のみ描いている。光ファイバ110を介して本実施形態の共焦点プローブ100に導かれた光源310からの光束は、光ファイバ端面110aから射出され、コリメートレンズ120に入射する。光ファイバ110とコリメートレンズ120は、光ファイバ端面110aからの射出光束の主光線の光路がコリメートレンズ120の光軸 AX_{CL} と略平行になるような位置関係にある。また、光ファイバ110は、端面110aからコリメートレンズ120までの距離がコリメートレンズ120の焦点距離 f_{CL} となるように配設される。従って、コリメートレンズ120から射出される光束は、平行光束となる。

【0027】

コリメートレンズ120から射出された平行光束は、三角プリズム130に入射する。三角プリズム130は、コリメートレンズからの平行光束が入射する端面（光束入射端面）130aと光束が射出される端面（光束射出端面）130b

を有する。三角プリズム 130 は、光束入射端面 130 a における平行光束の主光線が入射する位置からコリメートレンズ 120 までの距離がコリメートレンズ 120 の焦点距離 f_{CL} となるように配設される。なお、三角プリズム 130 は、コリメートレンズ 120 射出後の光束が三角プリズム 130 に対して所定の入射角 θ_{in} をもって入射するように共焦点プローブ 100 内において所定量傾けられて配設されている。

【0028】

三角プリズム 130 は、入射光束を光束入射端面 130 a と光束射出端面 130 b で波長に応じて複数の分散光に分散する。ここで図 4 に示すように、三角プリズム 130 における光束入射端面 130 a と光束射出端面 130 b とがなす角（プリズム角）を θ_α 、所定の波長 λ の光束に対する三角プリズム 130 の屈折率を n とすると、所定の波長 λ の光束の射出角 $\theta_{out}(\lambda)$ は、以下の式（1）によって求められる。

【数 3】

$$\theta_{out}(\lambda) = \arcsin \left[\sqrt{n^2(\lambda) - \sin^2 \theta_{in}} \cdot \sin \theta_\alpha - \sin \theta_{in} \cdot \cos \theta_{in} \right] \cdots (1)$$

【0029】

式（1）より、各分散光の射出角 θ_{out} は、該分散光の波長 λ に依存していることがわかる。つまり、各分散光は、それぞれ波長に応じた射出角 $\theta_{out}(\lambda)$ で光束射出端面 130 b から射出される。

【0030】

対物レンズ 140 は、光軸 AX_{OL} が光ファイバ端面 110 a からの射出光束の光路やコリメートレンズ 120 の光軸 AX_{CL} と平行になるように配設される。このように、光ファイバ端面 110 a からの射出光束の光路と、コリメートレンズ 120 の光軸 AX_{CL} と、対物レンズ 140 の光軸 AX_{OL} とが、全て平行な関係になるように各光学部材を配設することにより、共焦点プローブの小型化、細径化が図れる。また各分散光の中心に位置する分散光を基準分散光とすると、対物レンズ 140 は、該基準分散光が該レンズ 140 の光軸を通るように配設される。ここで、対物レンズ 140 の光軸上を通る基準分散光の波長を λ_0 とす

ると、該基準分散光の三角プリズム 130 からの射出角 $\theta_{out}(\lambda_0)$ は、以下の式 (2) によって表される。

【数 4】

$$\theta_{out}(\lambda_0) = \frac{\theta_{out}(\lambda_{min}) + \theta_{out}(\lambda_{max})}{2} \dots (2)$$

但し、 $\theta_{out}(\lambda_{min})$ は、三角プリズムに入射する平行光束のうち、最も短い波長 λ_{min} の分散光の射出角を、

$\theta_{out}(\lambda_{max})$ は、三角プリズムに入射する平行光束のうち、最も長い波長 λ_{min} の分散光の射出角を、それぞれ表す。

【0031】

つまり、複数の分散光は、基準分散光の射出角 $\theta_{out}(\lambda_0)$ を基準として射出角 $\theta_{out}(\lambda_{min})$ から射出角 $\theta_{out}(\lambda_{max})$ のあいだの角度範囲で一次元的に広がりつつ三角プリズム 130 から射出され、対物レンズ 140 に向かう。

【0032】

なお対物レンズ 140 は、該光軸 AX_{OL} が光束射出端面 130b と交わる点からちょうど焦点距離 f_{OL} となる位置に配設される。従って、対物レンズ 140 を透過した各分散光は、ウインドウ 150 を介して生体組織に対して略直角に入射する。

【0033】

三角プリズム 130 から射出された複数の分散光は、対物レンズ 140 を介して、被観察部位 10 である生体組織上に集光しスポットを形成する。三角プリズム 130 からの射出角が各分散光によって異なるため、生体組織上において複数のスポットはそれぞれ異なる場所に形成される。具体的には、各スポットは、生体組織上において X 方向に沿った線分上に並ぶ。なお、X 方向とは、対物レンズ 140 の光軸と直交する所定方向である。

【0034】

ここで、対物レンズ 140 の光軸 AX_{OL} 上を進む基準分散光が形成するスポットの位置を基準位置とし、波長 λ の分散光が形成するスポットの基準位置から

X方向の距離を $d(\lambda)$ とすると、距離 $d(\lambda)$ は、以下の式 (3) によって求められる。

【数5】

$$d(\lambda) = f_{OL} \cdot \tan[\theta_{out}(\lambda_0) - \theta_{out}(\lambda)] \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0035】

また、生体組織 10 において、形成される複数のスポットによって照明される X 方向の照明幅を D とすると、照明幅 D は、以下の式 (4) によって求められる。

【数6】

$$D = 2f_{OL} \cdot \tan\left(\frac{\theta_F}{2}\right) \cdot \cdot \cdot (4)$$

但し、 θ_F は、三角プリズム 130 から射出される分散光が広がる角度を表す。具体的には角度 θ_F は、以下の式 (5) によって表される。

【数7】

$$\theta_F = \theta_{out}(\lambda_{min}) - \theta_{out}(\lambda_{max}) \cdot \cdot \cdot (5)$$

従って、式 (4) は、以下の式 (6) に書き換えられる。

【数8】

$$D = 2f_{OL} \cdot \tan\left[\frac{\theta_{out}(\lambda_{min}) - \theta_{out}(\lambda_{max})}{2}\right] \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0036】

上記のように各分散光が生体組織に入射している状態において、レンズシフト機構 160 が対物レンズ 140 を該レンズの光軸および X 方向に直交する Y 方向 (図 2 中、紙面に直交する方向) に平行移動させる。これにより、各分散光は、X 方向と Y 方向によって規定される面上 (つまり生体組織上) を走査する。なお、レンズシフト機構 160 は、プロセッサ 300 の CPU によって駆動制御される。

【0037】

被観察部位 10 において集光した光束は、被観察部位 10 において反射し、対物レンズ 140 に入射する。上述と同様の光路を経て、コリメートレンズ 120 に入射する。

【0038】

光ファイバ 110 はシングルモードファイバである。従って、コア径は約 3 ～ 9 μm 程度と非常に小さい。また、上記のとおり、光ファイバ 110 の端面 110a は、対物レンズ 140 の焦点位置と共役の位置に配設されている。すなわちコリメートレンズ 120 に入射した光束のうち、被観察部位 10 において焦点を結んだ分散光の反射光のみが、端面 110a において焦点を結ぶ。つまり、端面 110a は、ピンホールとして機能する。このようにコリメートレンズ 120 の焦点面にピンホール（開口絞り）としての端面 110a が配設されるため、共焦点プローブ内の光学系は、テレセントリック光学系となっており、光量の損失が極めて少なくなっている。端面 110a において焦点を結んだ光束は、光ファイバ 110 に入射し、カップラ 320 を介して受光素子 330 に受光される。

【0039】

なお、対物レンズ 140 における物体側焦点面からの反射光以外の被観察部位 10 の反射光は、端面 110a において焦点を結ばず、光ファイバ 110 に入射しないため、プロセッサ 300 に伝送されない。つまり、端面 110a と生体組織 10 とが共焦点となっている。

【0040】

共焦点プローブ 100 内に入射した光束が上記のように導かれるために、光ファイバ 110 は、該光ファイバ 110 から射出される光束の主光線の光路と、コリメートレンズ 120 の光軸 $AXCL$ とがずれ量 Δg だけずれるように配設される。該ずれ量 Δg は、以下の式 (7) によって表される。

【数 9】

$$\Delta g = f_{CL} \cdot \tan[\theta_{in} + \theta_{out}(\lambda_0) - \theta_a] \cdot \dots \quad (7)$$

【0041】

以上が共焦点プローブ 100 の構成に関する説明である。なお、共焦点プロー

ブ 100 を、それぞれ異なる材料を用いて成形された光学部材によって構成すると、温度変化によって各部材の膨張率に差が発生してしまう。このように温度特性が悪いと、各光学部材間の位置関係にズレが発生し、観察対象を走査するレーザー光の光路を予期しない方向にずれてしまう。よって、必要とする観察画像の取得が難しくなる。

【0042】

そこで、上記実施形態では、コリメートレンズ 120、三角プリズム 130、対物レンズ 140 を、同一の光学材料を用いて成形する。このように、共焦点プローブ 100 内に配設される各光学部材を同一の光学材料製のもので統一することにより、上述した共焦点プローブ 100 周囲の温度変化による悪影響を受けることがなくなる。

【0043】

以上が本発明の実施形態である。本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく様々な範囲で変形が可能である。

【0044】

図 5 は、共焦点プローブ 100 の変形例を示す図である。図 2 に示す共焦点プローブ 100 は、分散プリズムとして三角プリズムの代わりにウェッジプリズム 131 を使用している。ウェッジプリズム 131 は、光ファイバ 110 からの光束が略直角に入射する（つまり入射角 $\theta_{in} = 0$ となる）ように配設される。なお、ウェッジプリズム 131 を使用した場合、該ウェッジプリズム 131 によって生成された分散光の射出角は、以下の式（8）のように表され、三角プリズム 130 を透過した光束と同様、波長に依存していることがわかる。

【数 10】

$$\theta_{out}(\lambda) = \arcsin[n(\lambda)\sin\theta_w] \cdots (8)$$

但し、 θ_w は、ウェッジプリズム 131 における光束入射端面 131a と光束射出端面 131b とがなす角度、つまりウェッジ角である。

【0045】

また、上記実施形態では、光ファイバを介して共焦点プローブ 100 に導かれ

る光束を分散する手段として三角プリズム等の分散プリズムを使用しているが、これに限定されるものではない。例えば、各分散光の光量の損失等の影響がさほど影響しない仕様の顕微鏡機器等であれば、回折格子を分散手段として使用しても、本発明の目的の一つである共焦点プローブの細径化、小型化を実現することができる。

【0046】

【発明の効果】

以上のように本発明の共焦点プローブおよび共焦点顕微鏡は、共焦点プローブ内に導かれた光束を分散プリズムを用いて波長に応じて分散することにより、光量の損失や各分散光の光量の不均一を防ぎ、明るく高精細な被観察部位の画像を適用することができる。

【0047】

また、光ファイバから射出される光源からの光束の光路をコリメートレンズの光軸所定量ずれた位置であってかつ該光軸と平行となるように、該光ファイバを配設することにより、共焦点プローブを構成する各光学部材を極めて効率よく配設することが可能となり、共焦点プローブの外形状である筐体を小さくすることができ、共焦点プローブの細径化を容易に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の共焦点顕微鏡の構成を示す図である。

【図2】

本発明の実施形態の共焦点プローブを表す図である。

【図3】

本発明の共焦点プローブを構成する光学部材を表す図である。

【図4】

実施形態の共焦点プローブ内にある三角プリズムと対物レンズ近傍を表す図である。

【図5】

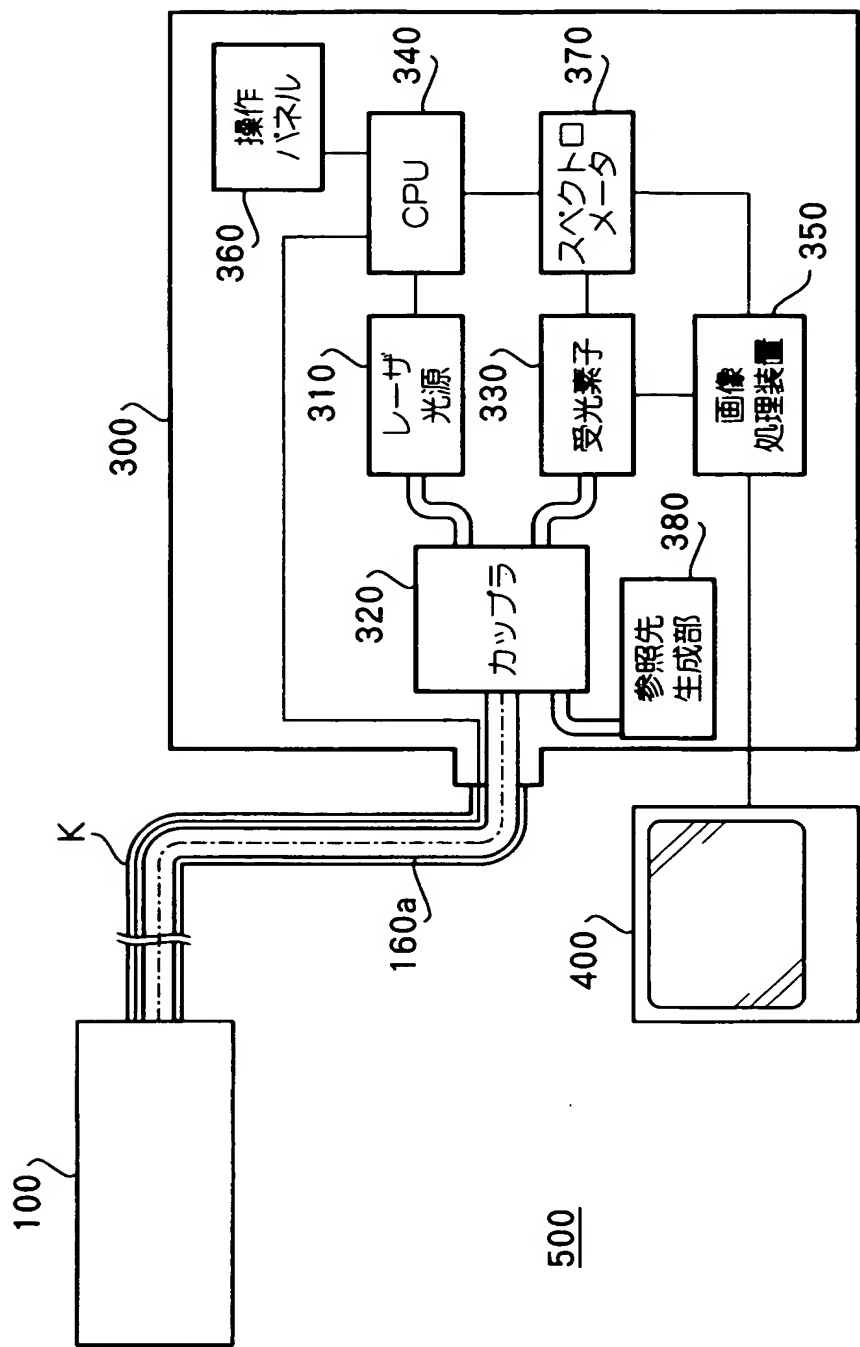
本発明の実施形態の共焦点プローブの変形例を表す図である。

【符号の説明】

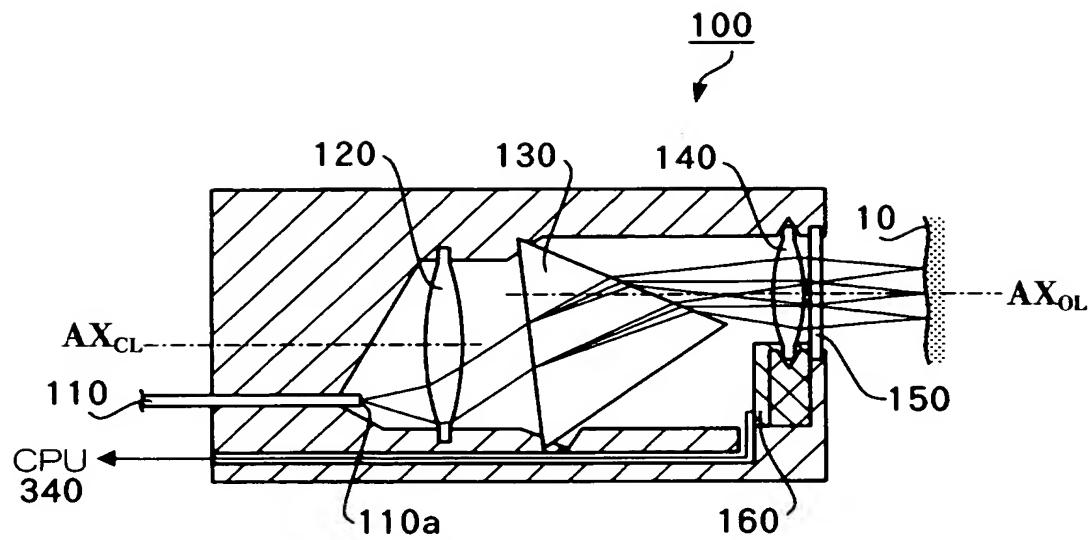
- 1 0 0 共焦点プローブ
- 1 3 0 分散プリズム
- 1 3 1 ウェッジプリズム
- 3 0 0 プロセッサ
- 5 0 0 共焦点顕微鏡

【書類名】 図面

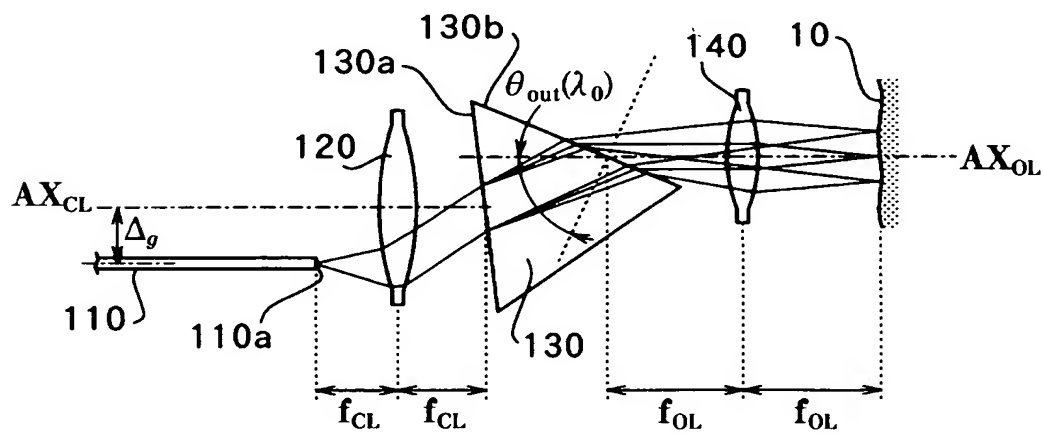
【図 1】



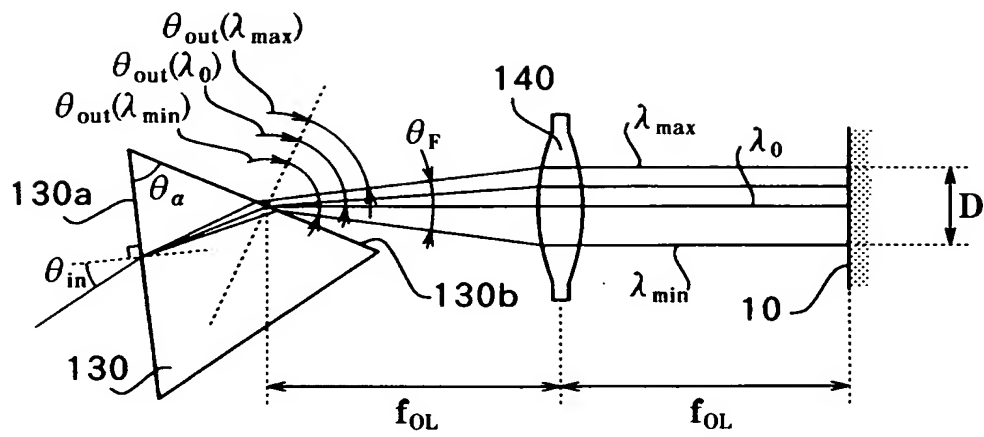
【図 2】



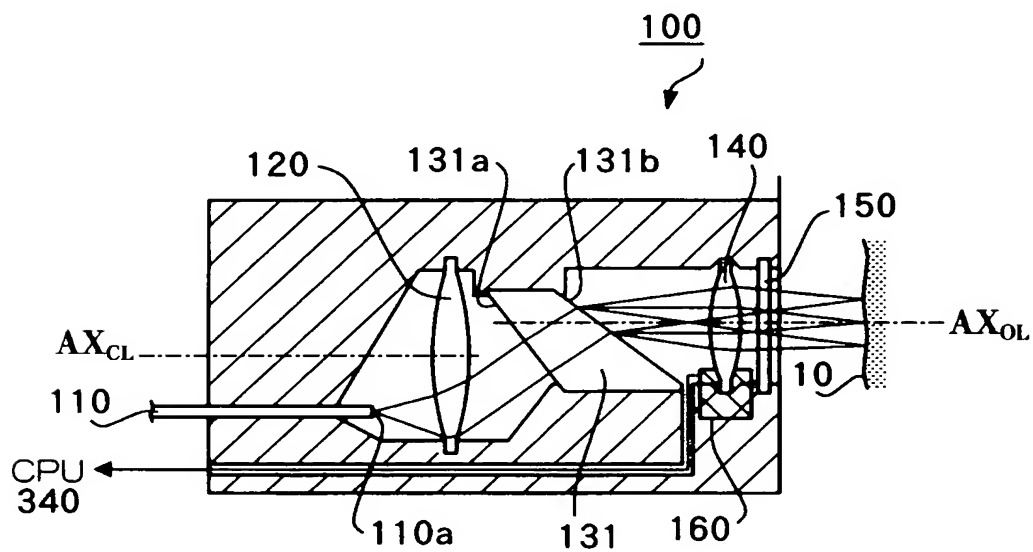
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光量の損失を抑えて、被観察部位に入射する光がどれも略均一なパワーを有するようにするとともに、さらには小型化、細径化された共焦点プローブを提供すること。

【解決手段】 共焦点プローブは、光源部から照射された所定幅の波長を有する光束を共焦点プローブ内に導光する光ファイバと、光ファイバの端面から射出される光束を平行光束に変換するコリメートレンズと、該平行光束を波長に応じて複数の分散光に分散させる分散プリズムと、被観察部位上に形成される分散光の各点像が第一の方向に並ぶように複数の分散光を集光させる集光手段と、を有する構成にした。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 6 6 2 8
受付番号	5 0 3 0 0 2 9 5 6 6 5
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月24日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 6 6 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社